中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）45(3)：203～217（1996）

現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係

I. 氮肥用量對水稻產量及產量構成要素之影響[1]

賴明信[2] 陳正昌[3] 郭益全[4] 呂秀英[4] 陳治官[3] 李長沛[2] 曾東海[3]

摘要：以四個現行推廣之水稻品種台農67號、臺稉2號、臺稉6號及臺中秈10號為材料，第一期作施以60、100、140、180kg N/ha，第二期作施以60、90、120、180kg N/ha 等四個氮肥處理，於1993及1994年假農試所農場連續進行兩年四期作試驗，探討參試品種於不同氮肥用量下稻穀產量、農藝性狀、病害發生程度及稻田土壤主要養份之變化。第一期作品種之稻穀產量與氮肥用量之關係，以臺中秈10號表現最佳，隨施氮量增加遞增；臺農67號以140kg N/ha 處理產量最高，增加至180kg N/ha 時因倒伏而誘發穗頸稻熱病與紋枯病，其平均產量反而降低；臺稉2號與臺稉6號兩品種亦以140kg N/ha 產量最高，氮肥用量再增加對稻穀產量幫助不明顯。第二期作各品種產量因氮肥用量處理之差異不顯著，增施氮肥提高倒伏指數及病害為害程度。增加氮肥用量雖然可以增加植株穗數，但卻對稔實率及千粒重有負面影響。就試驗小區土壤分析之結果，發現土壤之有機質含量與氮肥施用量之多寡沒有關係，而土壤之酸鹼值呈微量降低，同時各處理區間亦無一定趨勢存在，顯示施用氮肥對農地土壤之影響是長期作用累積之效果。本試驗之結果顯示參試四個水稻推廣品種的氮肥施用量，第一期以不超過140kg N/ha 為佳，而第二期作可降低至90kg N/ha，可以降低植株高度、倒伏指數及病害為害程度，成熟期更可以提早，雖然稻穀產量略微減產，但維持稻米品質及節省投入成本可彌補其不足。

關鍵詞：水稻、稻穀產量、氮肥、農藝性狀。

在全球人口猛增而有效耕種土地增加有限的壓力下，除了經由品種改良培育高產的作物品種外，改善栽培技術對提高產量之幫助亦獲肯定，因此有「要想獲得高產，必須使用化學肥料」[18]的認知。其中尤以施用氮肥之增產效果最為顯著。根據統計[7]在1981年全世界氮肥之使用量為6,000萬噸，至1987年度上升至7,400萬噸，估計至本世紀末將突破一億噸。雖然大幅度增加農業資材投入以改變作物生長環境的方法可獲得大量增產的效果，然其不但要消耗大量的人力及物力，同時也可能造成種種生態與環境的問題，甚至導致資源退化[18]、環境污染[7,12]和投入效益下降[20]。因此，如何重新釐定糧食—生態—環境—人口彼此的關係，是現今農業發展上值得思考的問題。

本省自光復至今，水稻單位面積產量提高了一倍以上[22]，增產之因素很多，諸如產量高且不易倒伏品種之育成、病蟲害防治法之強化、耕作技術之改良等，其中又以氮肥施用量的增加更是一項重

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1855號。
2. 本所農藝系助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 本所農藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

要因素。對於氮肥之施用量及施用方式與產量之關係探討的文獻很多[5,6,13,15,17,24,26]，Youself *et al*[29] 指出每公頃施用150公斤氮素，分四次施用對於產量及蛋白質含量均有增加效果；增加氮肥或施用追肥對穗數或一穗粒數有增加效果[5]；齊穗期追施氮肥有提高產量之效果，但齊穗期以後則對產量沒有影響[28]。雖然氮肥對產量有正面貢獻，然而長期投入大量氮肥之結果，亦產生許多負面效應，如植株組織柔軟，稻葉變寬長下垂[25]，倒伏發生機率提高[22]，千粒重減輕[5]，病蟲害滋生蔓延[1,9,14,19,21]，土壤逐漸酸化；植株成熟期遲緩，致使穀粒發育停止，增加死米及乳白米之產生[3,10]，病蟲害發生嚴重，導致有色米及斑點米增加[27]，穀粒蛋白質含量大幅提高，米飯的黏彈性降低，硬度增加，食味品質降低[11]。

現今本省推廣之水稻品種皆於「高投入」之條件下選育而成，對於氮肥及農藥之需求亦高，長期以來政府對推廣之水稻品種皆訂定有氮肥施用推薦標準量；第一期作中、南、東部爲120～140kg N/ha，二期作約100～120kg N/ha，北部一期作爲110～130kg N/ha，第二期作80～100kg N/ha[16]。然而則可能由於本省肥料價格便宜，一般農民普遍施肥量偏高，據者瞭解嘉南平原第一、二期作稻田之施氮量高達200kg/ha，臺東、花蓮及蘭陽平原亦達160kg N/ha之譜，桃竹苗地區第一期作130 kg N/ha，第二期作110kg N/ha，臺中地區第一期作150kg N/ha，第二期作120kg N/ha，不但形成能源的浪費，對環境生態亦造成嚴重潛在威脅。目前我國農業政策鼓勵將農田休閒化或種植綠肥等措施以維持地力，並強調其永續性經營，期望能集兼顧生產、生態及生活於一體的產業，因此，過去的作法與習慣急需作一番調整。以往有關水稻之氮肥試驗雖有注意到病害的發生程度，但均以如何提高產量或維持一定產量上之觀點去衡量，從病蟲害發生程度及農地土壤變化的觀點探討之報告很少，基此，本研究擬針對本省現今稻米生產環境，再次探討施用氮肥對現行推廣水稻品種之產量、品質、農藝性狀表現之影響，並調查病害發生之頻度與程度，倒伏發生之程度，以及農田土壤中大量元素之變化，以維護農田生態的角度，評估降低施氮量之可行性，以供實際田間栽培管理之參考。

材料與方法

以現行主要推廣品種臺農67號、臺粳 2 號、臺粳 6 號及臺中秈10號等四個品種爲材料，分別於1993及1994年二月中旬及七月下旬於臺灣省農業試驗所農場各插植一次，計兩年四個期作。試驗田區採裂區設計，以氮肥爲主區，以參試品種爲副區，三重複。每小區種植八行，每行插植32株，4～6本植，行株距30×15公分。肥料主區均以田埂分隔，並有各自之灌排系統，同時氮肥主區每年皆固定，惟主區內之品種每年逢機排列。田間氮肥處理分爲四個等級，分別爲第一期60、100、140及180kg N/ha，第二期作60、90、120及150kg N/ha。全氮之30%與72kg/ha 之磷肥及48kg/ha 的鉀肥混合於整地前當作基肥一次施用；全氮之55%於插植後15天及35天分兩次施用，剩餘之量則於幼穗形成期時以穗肥施用。田間管理依普通慣行方法施行，病蟲害控制本經濟防治爲原則考量，第一、二期作物以22.55%陶斯松乳劑（1.8L/ha）、45%一品松乳劑（1.0L/ha）、25%歐殺松乳劑（2.0L/ha）、及25%布芬淨粉劑（0.8kg/ha）混合施用，稀釋500倍。第一期作於移植後50天及74天，第二期作則於22天及52天各噴施一次。生育期中注意調查各種病害爲害程度，等級之判定依照國際稻米研究所制定之測量手册行之。各小區於主莖之稻穗中央穗軸末端尙未乾枯時期逢機取樣調查 6 株之株高、穗數、地上部之植株生質量及產量構成要素，另收穫各該小區中間部份250株，經脫粒烘乾調整水份含量至14.5%，並風選後所得穀粒重，估算小區稻穀產量。並於各該期作收穫後即進行各處理區之土壤取樣送請本所農化系進行分析，分別測量其有機質含量、酸鹼值、有效磷含量及有效鉀含量。

結　果

一、綜合雙方分析

表1爲合併1993年及1994年兩年的第一、二期作之農藝性狀、產量及產量構成要素之綜合變方分析。第一期作各種性狀對氮肥處理均呈現顯著差異，不同品種間之性狀除稔實率差異呈不顯著外，其他調查性狀在品種間皆呈極顯著差異；而株高、生育日數及稔實率等性狀在品種與氮肥具有極顯著交感效應，稻穀產量及千粒重則具有顯著交感效應，顯示該等性狀因品種不同對氮肥之反應有差異；收穫指數、穗數及一穗粒數等性狀之品種與氮肥用量間交感效應不顯著，顯示所有品種該三性狀對氮肥處理之反應的趨勢皆相同。第二期作株高、生育日數、穗數及千粒重等性狀對氮肥處理之反應呈極顯著差異，收穫指數呈差異顯著，稻穀產量、一穗粒數及稔實率則呈差異不顯著；品種間除生育日數呈差異不顯著外，其他調查性狀皆呈差異極顯著；而除株高在品種與氮肥用量間具有顯著交感效應外，其他性狀皆不具有交感效應。

表 1. 各農藝性狀之綜合變方分析

Table 1. Combined analysis of variance on agronomic characteristics.

S.O.P.	DF	Mean Square							
		Plant height	Growth duration	Grain yield	Panicle number	Spikelets /panicle	Seed set	1000-grain weight	Harvest index
1st crop									
Year (Y)	1	103.8	38.8**	953810.0	96.8**	635.5	174.4*	8.8*	277.1**
Block/year	4	16.5	0.9	235310.0	0.6	245.6	17.2	0.7	0.3
Nitrogen (N)	3	517.0**	34.8**	4663190.2**	58.6**	413.0*	138.3**	8.6**	17.0**
YxN	3	24.5**	4.0*	335506.9*	0.4	16.8	21.8	1.0	4.8
NxBlock/year	12	9.7	1.0	77400.7	1.9	98.3	8.2	0.8	2.1
Variety (V)	3	235.5**	22.7**	5854775.2**	73.5**	412.8**	8.7	12.1**	132.9**
YxV	3	31.3**	4.1**	920765.2*	3.6	193.2	15.3	8.1**	4.9
VxN	9	27.7**	1.1**	267544.3*	1.8	91.0	26.3**	1.6*	2.7
YxVxN	9	5.9	0.2	70663.4	1.5	87.0	14.1	0.2	2.7
Error	48	5.8	0.3	110423.3	1.8	106.5	9.1	0.6	2.1
2nd crop									
Year (Y)	1	455.8**	1.0	25366928.1**	24.3	2400.0	6286.9	47.0	118.5
Block/year	4	18.2*	0.2	452111.8*	2.9	54.8	12.6	2.2	15.1
Nitrogen (N)	3	218.7**	23.3*	207989.0	18.1**	358.5	172.0	5.6**	27.8*
YxN	3	18.7	0.4	265638.9	1.3	111.1	73.3	0.3	12.1
NxBlock/year	12	99.8	0.5	154605.1	1.0	133.6	61.4*	0.9	5.3
Variety (V)	3	1834.5**	0.4	1776685.9**	5.5**	1612.9**	716.5**	25.7**	144.8**
YxV	3	11.2	0.1	7406085.3**	1.4	200.6	422.1**	6.9**	27.8**
VxN	9	95.4*	0.7	103452.8	0.9	99.8	46.7	1.3	4.1
YxVxN	9	49.2	0.3	408692.7*	1.7	82.1	51.6	0.3	8.1
Error	48	5.0	0.3	181932.1	1.3	116.4	28.0	0.8	4.4

*,** significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

二、農藝性狀及產量

由於第一期作除穗數、一穗粒數及收穫指數等性狀之品種與施氮量間交感不顯著外，其他性狀於品種與施氮量間交感顯著（表1），爲了瞭解施氮量對交感顯著性狀之影響，進一步就各別品種之性狀於不同氮肥用量處理下的反應進行分析，表2爲第一、二期作各品種之農藝性狀及產量於不同施氮

量的反應。第一期作所有參試品種之株高雖然隨施氮量增加而增加，但除臺農67號之各施氮量間有顯著差異外，各品種之株高於施氮量140kg/ha 以上的處理增加不顯著；品種的生育日數對施氮量之反應趨勢同株高，隨施氮量增加遞增，唯臺稉 2 號於施氮量140kg/ha 以上之處理則無延長效果；所有品種之稻穀產量於施氮量140kg/ha 以下之處理，隨施氮量增加遞增，然當施氮量增加至180kg/ha 時，臺農67號、臺稉 6 號及臺稉 2 號只是微量增加或減少，都與施氮量140kg/ha 之稻穀產量差異不顯著，僅臺中秈10號隨施氮量遞增呈明顯增加；參試品種之稔實率隨施氮量遞增呈遞減趨勢，但其中僅臺農67號及臺稉 2 號在施氮量間差異達 5 %顯著水準，臺稉 6 號及臺中秈10號各氮肥處理間差異皆不顯著；而除臺中秈10號之千粒重隨施氮量改變未呈顯著差異外，其他參試品種之千粒重在施氮量增加至180kg/ha 時則減少；所有參試品種之穗數及一穗粒數皆隨施氮量增加呈增加之趨勢，而收穫指數隨施氮量增加變化幅度不大，180kg N/ha 處理反而有下降趨勢。

表 2. 第一、二期作各品種於不同氮肥等級的農藝性狀平均值

Table 2. Means of agronomic characteristics for each rice cultivar under different nitrogen rates in the two rice crop seasons.

Variety	Nitrogen rates (kg/ha)	Plant height (cm)	Growth duration	Grain yield (kg/ha)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)	Panicle number	Spikelets /panicle	Harvest index
				1st crop					
Tainung 67									
	60	98.2d[z]	122.0c	6345.8b	92.1a	27.3a	14.3c	101.3a	50.8a
	100	101.5c	121.7c	6832.7ab	89.3a	26.6a	15.4bc	98.0a	50.1a
	140	107.8b	124.0b	7163.2a	90.4a	26.2a	16.5b	105.8a	50.4a
	180	110.9a	125.0a	6680.2ab	83.0b	24.7b	18.4a	107.2a	47.4b
	L.S.D.	2.4	0.8	511.1	5.0	1.1	1.4	8.4	2.0
Taikeng 2									
	60	98.6c	123.8b	5816.7c	93.4a	28.4a	14.3b	81.0a	46.4a
	100	104.5b	124.7b	6413.7b	89.7b	27.7ab	15.6b	83.3b	46.0a
	140	110.0a	125.7a	6810.8a	87.0bc	27.4b	17.5a	89.5bc	46.6a
	180	111.2a	126.5a	6830.0a	84.9c	27.0b	18.6a	90.2c	45.3a
	L.S.D.	2.4	0.9	248.5	2.8	0.9	1.17	2.8	1.6
Taiigen 6									
	60	96.3b	123.0c	5915.5c	90.8a	27.0a	13.9b	98.2a	53.5a
	100	99.5b	123.0c	6563.7b	91.0a	26.7a	14.5b	105.5a	51.4ab
	140	105.9a	124.3b	7076.8a	88.5a	26.0ab	16.0ab	113.0a	52.0ab
	180	107.2a	125.5a	7004.7a	86.8a	25.3b	17.9a	100.5a	49.7b
	L.S.D.	5.0	0.9	535.1	3.9	1.2	2.1	19.6	2.6
Taichung Sen 10									
	60	108.3b	124.2b	6981.7c	89.2a	26.9a	12.1a	123.3b	46.7a
	100	108.1b	124.7b	7349.2c	90.9a	27.6a	11.8a	128.8ab	47.8a
	140	110.5ab	125.0b	7769.0b	90.3a	27.0a	12.9a	134.3ab	45.6a
	180	111.9a	126.2a	8220.7a	89.5a	27.1a	13.8a	139.5a	45.0a
	L.S.D.	2.8	0.8	411.2	2.7	0.9	1.6	13.4	3.8
				2nd crop					
Tainung 67									
	60	106.8b	102.2c	6149.8a	81.9a	26.6a	14.0c	105.0a	52.0a
	90	107.2b	103.3b	5955.2a	78.9a	25.5a	14.2bc	108.7a	51.6a
	120	110.5a	104.5a	6134.2a	79.1a	26.1a	15.4ab	106.5a	51.1a
	150	111.9a	104.2ab	5623.8a	82.0a	25.8a	15.8a	107.0a	49.8b
	L.S.D.	2.4	0.9	760.7	10.4	1.6	1.2	15.2	2.0

(續表 2)

Variety	Nitrogen rates (kg/ha)	Plant height (cm)	Growth duration	Grain yield (kg/ha)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)	Panicle number	Spikelets /panicle	Harvest index
Taikeng 2									
	60	109.4c	102.2c	6127.2a	90.3a	28.4a	13.8b	100.0a	52.1a
	90	112.7b	102.7c	6116.3a	87.7a	27.7ab	14.0b	90.2a	50.0ab
	120	110.6c	103.7b	6353.2a	88.8a	28.3a	14.7b	96.2a	50.8ab
	150	114.6a	104.8a	6192.0a	78.4b	27.1b	15.9a	93.5a	48.9b
	L.S.D.	1.9	0.6	314.9	4.8	0.9	1.0	12.5	2.0
Taikeng 6									
	60	103.6b	102.2b	6232.3a	86.1a	26.2ab	13.3a	119.7a	53.5a
	90	106.6ab	102.8b	6264.7a	84.7ab	26.7a	13.8a	110.2ab	51.4ab
	120	107.7a	104.2ab	6410.3a	82.3ab	26.3ab	14.6a	106.0b	52.0ab
	150	109.1a	104.3a	6138.7a	77.2b	25.0b	15.2a	105.2b	49.7b
	L.S.D.	3.6	0.9	367.0	8.1	1.4	1.9	11.7	2.6
Taichung Sen 10									
	60	99.1a	102.8b	5463.7a	74.5a	25.9a	13.6ab	124.5a	46.7a
	90	100.5a	103.0b	5560.0a	74.8a	26.2a	12.4b	114.0a	47.8a
	120	100.2a	104.0a	5491.5a	74.0a	25.2b	14.5a	110.8a	45.6a
	150	100.2a	104.5a	5527.8a	70.0a	24.7c	14.5b	107.3a	45.0a
	L.S.D.	3.2	0.6	501.6	6.7	0.53	1.7	17.2	3.8

^{z} Means followed by the same letters are not significantly different at 0.05 level.

第二期作除株高於品種與施氮量的交感顯著外，其他調查性狀於品種與施氮量交感皆不顯著（表1）。各參試品種之株高對施氮量的反應，除臺中秈10號在處理間差異不明顯外，其他品種在施氮量間差異顯著，其中臺稉 2 號在施氮量120kg/ha 時比90kg/ha 低外，餘者依施氮量增加而增高；所有參試品種之生育日數隨施氮量增加遞增；稻穀產量則不隨施氮量改變而異；臺農67號及臺中秈10號之稔實率於施氮量間差異不顯著，臺稉 2 、 6 號在施氮量間則差異顯著；各品種之千粒重與施氮量之關係不一致，臺農67號之千粒重各處理間差異不顯著，而其他品種在施氮量達150kg/ha 時千粒重明顯減少；各品種之穗數對施氮量之反應關係與第一期作之結果相同，除臺稉 6 號之施氮量間差異不顯著外，其他品種之穗數隨施氮量增加而增加；臺農67號、臺稉 2 號及臺中秈10號之一穗粒數於施氮量間差異不顯著，而臺稉 6 號之一穗粒數隨施氮量增加呈明顯減少；臺農67號、臺稉 2 及臺稉 6 號之收穫指數於施氮量150kg/ha 時最小，臺中秈10號沒有差異。

由於第一、二期作之穗數、一穗粒數與收穫指數及第二期作之生育日數、稻穀產量、稔實率及千粒重等性狀於品種與施氮量間不具有交感效應，所以可針對氮肥或品種處理主效應進行比較，以進一步瞭解各性狀在平均所有參試品種下受施氮量之影響，以及不考慮氮肥施用量下各品種之綜合表現之差異。表 3 爲不同品種及不同氮肥處理等級下農藝性狀平均值之比較，由表顯示第一期作平均所有參試品種對氮肥之綜合表現，穗數隨施氮量增加而明顯遞增，各品種之穗數綜合表現以臺稉 2 號及臺農67號表現最佳，臺稉 6 號次之，臺中秈10號最差；平均所有參試品種之一穗粒數亦隨施氮量增加遞增，施氮量超過100kg/ha 之處理差異不顯著，各品種之綜合表現以臺中秈10號表現最佳，臺農67號及臺稉 6 號次之，臺稉 2 號最差；平均所有參試品種之收穫指數於施氮量140kg/ha 以下之處理差異不顯著，施氮量增加至180kg/ha 反而明顯下降，各品種之綜合表現以臺中秈10號表現最佳，臺農67號次之，臺稉 2 、 6 號表現最差；第二期作平均所有參試品種之生育日數隨施氮量增加延長，而各品種之綜合表現則差異不顯著；平均所有參試品種之稻穀產量在施氮量間差異不顯著，各品種之綜合表現以臺稉 2 、 6 號表現最佳，臺農67號次之，臺中秈10號最差；平均所有參試品種之稔實率在施氮量間

差異亦不顯著，各品種之綜合表現以臺稉 2 號表現最佳，臺農67號及臺稉 6 號次之，臺中秈10號最差；平均所有參試品種之千粒重於施氮量120kg/ha 以下差異不顯著，施氮量150kg/ha 反而降低，各品種之綜合表現以臺稉 2 號表現最佳，其他品種次之；平均所有參試品種之穗數於120kgN/ha 以上之處理明顯高於90kgN/ha 以下處理，各品種之綜合表現除臺中秈10號表現較差外，其他品種差異不顯著；施氮量間之平均所有參試品種的一穗粒數差異不顯著，各品種之綜合表現以臺中秈10號及臺稉 6 號表現最佳，臺農67號次之，臺稉 2 號最差；平均所有參試品種之收穫指數隨施氮量之增加呈遞減趨勢，唯施氮量120kg/ha 以下之處理差異不顯著，各品種之綜合表現以臺稉 2 、6 號及臺農67號明顯高於臺中秈10號。

表 3. 第一、二期作不同品種及不同氮肥等級的農藝性狀平均值之比較

Table 3. Means of agronomic characteristics for different rice cultivars and different nitrogen rates in the two rice crop seasons.

Treatment	Plant height (cm)	Growth duration	Grain yield (kg/ha)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)	Panicle number	Spikelets /panicle	Harvest index
				1st crop				
Nitrogen (kg/ha)								
60	100.3c[z]	123.2c	6264.5c	91.5a	27.4a	13.6c	101.1b	49.7a
100	103.4b	123.5b	6789.0b	89.8b	27.1b	14.3c	103.8b	49.0a
140	108.9a	124.8a	7183.4a	89.0b	26.7b	15.7b	108.8a	49.0a
180	110.2a	125.8a	7204.4a	86.0c	26.0c	17.2a	110.0a	47.7b
L.S.D.	2.0	0.6	175.0	1.8	0.6	0.9	6.2	0.9
Variety								
Tainung 67	104.6c	123.0c	6754.9b	88.7a	26.2c	16.1ab	103.0b	49.7b
Taikeng 2	106.3b	125.2a	6467.0c	88.7a	27.6a	16.5a	85.4c	46.0c
Taikeng 6	102.2d	124.0b	6639.7bc	89.2a	26.2c	15.6b	104.4b	48.2c
Taichung Sen 10	109.7a	125.0a	7579.6a	89.0a	27.2b	12.7c	130.8a	51.6a
L.S.D.	1.4	0.3	192.9	1.7	0.5	0.8	6.0	0.8
				2nd crop				
Nitrogen (kg/ha)								
60	104.7c	102.3c	5992.8a	83.2a	26.8a	13.7b	111.0a	51.0a
90	106.8b	103.0b	5973.9a	81.5a	26.5a	13.6b	105.5a	50.2a
120	107.2ab	104.1a	6097.0a	81.1a	26.5a	14.8a	104.3a	49.7ab
150	109.0a	104.5a	5870.0a	78.9a	25.7b	15.4a	104.0a	48.5b
L.S.D.	1.8	0.5	247.3	4.9	0.6	0.6	7.3	1.5
Variety								
Tainung 67	109.1b	103.5a	5965.3b	80.5b	26.0b	14.8a	106.3b	51.1a
Taikeng 2	111.8a	103.3a	6197.0ab	86.3a	27.9a	14.6a	94.8c	50.4a
Taikeng 6	106.7c	103.4a	6261.0a	82.5b	26.0b	14.2ab	109.9ab	51.6a
Taichung Sen 10	100.0d	103.6a	5510.1c	73.3c	25.5b	13.7b	113.8a	46.2b
L.S.D.	1.3	0.3	247.6	3.1	0.5	0.7	6.3	1.2

[z] Means followed by the same letters are not significantly different at 0.05 level.

三、氮肥之效應反應

針對各品種之某些性狀在氮肥用量間具有顯著差異，故進一步就各試驗品種性狀對氮肥用量之關係求配反應模式，表 4 爲不同參試品種之農藝性狀對氮肥反應曲線之變方分析結果。第一期作臺農67號、臺稉 6 號及臺中秈10號之株高對施氮量呈直線關係，即施氮量越多測量株高越高，而臺稉 2 號呈

顯著三次曲線關係；生育日數與施氮量之關係，除臺農67號呈三次曲線關係外，臺稉 2 號、6 號及臺中秈10號皆呈直線關係；施氮量對稻穀產量之影響，臺農67號、臺稉 6 號及臺稉 2 號呈二次曲線關係，而臺中秈10號呈直線關係；施氮量對稔實率、千粒重及穗數之影響，臺農67號、臺稉 6 號及臺稉 2 號呈直線關係，臺中秈10號則不具有線性關係；所有品種之一穗粒數與施氮量不具有線性關係；臺農67號及臺稉 6 號之收穫指數與施氮量呈直線關係，臺稉 2 號及臺中秈10號則不具有線性關係。

表 4. 不同品種各農藝性狀對氮肥反應曲線分析結果

Table 4. Analysis of response curve on agronomic characteristics to nitrogen fertility for different rice cultivars.

S.O.P.	DF	Mean Square							
		Plant height	Growth duration	Grain yield	Panicle number	Spikelets /panicle	Seed set	1000−grain weight	Harvest index
				1st crop					
Tainung 67									
Linear	1	591.9**	45.6**	523533.6	52.8**	185.0	202.8**	19.6**	28.9**
Quadratic	1	0	1.5	1407472.7*	0.9	40.0	31.7	1.2	8.0
Cubic	1	12.4	4.0**	130152.5	0.1	63.1	45.6	0.8	5.8
Taikeng 2									
Linear	1	584.3**	24.3**	3551112.1**	65.7**	246.5	242.0**	6.4**	0.9
Quadratic	1	52.8*	0	498528.4**	0.1	6.0	3.7	0.2	1.9
Cubic	1	19.5*	0	9345.7	0.6	17.6	0	0.2	2.0
Taikeng 6									
Linear	1	454.0**	23.4**	4287654.1**	54.4**	43.2	102.9**	9.7**	13.9**
Quadratic	1	5.8	2.0	778680.4*	2.4	560.7	6.5	0.2	0
Cubic	1	21.0	0.7	61608.0	0	132.3	5.1	0	1.1
Taichung Sen 10									
Linear	1	52.1**	12.0**	5129881.1**	12.2	790.5	0.1	0	10.0
Quadratic	1	3.5	0.7	10375.0	1.9	0	9.8	0.6	2.7
Cubic	1	3.4	0.3	126.1	0.8	0.1	1.3	1.1	0
				2nd crop					
Tainung 67									
Linear	1	104.7**	15.4**	587440.1	13.5**	1.4	0.1	0.9	14.3
Quadratic	1	1.7	3.4*	151686.0	0	7.0	52.7	1.1	1.2
Cubic	1	6.7	0.7	339416.0	0.8	21.7	0.1	1.8	0.2
Taikeng 2									
Linear	1	54.7**	24.3**	55685.2	15.1**	58.0	353.5**	3.3*	24.4*
Quadratic	1	0.7	0.7	33675.0	1.5	60.2	92.4*	0.5	0.1
Cubic	1	39.7**	0	124485.2	0	182.5	68.8*	3.0*	8.9
Taikeng 6									
Linear	1	93.8**	18.4**	5699.4	12.6	559.0	253.8	4.5	35.4*
Quadratic	1	3.8	0.4	139385.0	0	126.0	21.6	4.8	0.1
Cubic	1	1.8	1.0	85280.0	0	2.4	0.9	0	0.7
Taichung Sen 10									
Linear	1	2.5	10.8**	4514.1	7.3	853.3	63.2	6.6**	11.0
Quadratic	1	2.9	0.2	5581.5	2.6	88.2	28.0	0.9*	0.4
Cubic	1	1.3	0.5	22195.2	8.8*	13.3	1.5	0.9*	15.6

*,** significant at 0.05 and 0.01 probability levels respectively.

第二期作施氮量對株高之影響，臺農67號及臺稉 6 號呈直線關係，臺稉 2 號呈三次曲線關係，臺中秈10號不呈線性關係；施氮量與生育日數之關係，除臺農67號呈二次曲線關係外，臺稉 2 號、臺稉 6 號及臺中秈10號皆呈直線關係；施氮量對稻穀產量及一穗粒數之影響，所有參試品種均無線性關係；施氮量對稔實率之影響，除臺稉 2 號呈三次曲線關係外，臺農67號、臺稉 6 號及臺中秈10號無線性關係：施氮量與臺農67號及臺稉 6 號之千粒重不具有線性關係，與臺稉 2 號及臺中秈號呈三次曲線關係；氮肥用量與臺農67號及臺稉 2 號之穗數呈直線關係，與臺中秈10號呈三次曲線關係，與臺稉 6 則不具有線性關係；臺稉 2 號及臺稉 6 號之收穫指數與施氮量呈直線關係，臺農67號及臺中秈10號則不具有線性關係。

綜合上述反應曲線分析結果，各品種絕大多數性狀均呈直線關係，至於呈二、三次曲線關係的性狀，除了極少數（如第一期作臺農67號之稻穀產量，第二期作臺稉 2 號之株高、稔實率及千粒重）外，其直線成分均方值佔總變異之比例甚大，故以直線關係來解釋品種性狀對氮肥反應之關係，應可解釋絕大部份之變異性，因此列出表 5 之不同品種對氮肥反應之直線反應迴歸方程式，唯某些品種之性狀對氮肥反應之直線迴歸方程式配合度較差（R^2較低）之原因，爲配合點數太少所致（2 年 x3 重複）。以第一期作臺農67號之株高的直線迴歸方程式91.29＋0.11N（N 代表施氮量之處理等級）爲例說明，表示不施氮肥下，臺農67號之平均株高爲91.29公分，每增加施氮量10kg/ha，可增加株高1.1公分，至於其他直線迴歸方程式之代表意義亦以此類推。

表 5. 不同品種各農藝性狀對氮肥反應之直線迴歸方程式之估計結果

Table 5. Estimation of linear regression equation on agronomic characteristics to nitrogen fertillity for different rice cultivars.

Estimate of regression	Plant height	Growth duration	Grain yield	Panicle number	Spikelets /panicle	Seed set	1000 weight	Harvest index
				1st crop				
Tainung 67								
b0[z]	91.29**	119.38**	6,355.22**	12.16**	95.60**	96.5 **	28.60**	52.60**
b1	0.11**	0.03**	3.33	0.03**	0.06	−0.065**	−0.02**	−0.03*
R^2	0.86	0.69	0.10	0.40	0.14	0.32	0.34	0.17
Taikeng 2								
b0	93.04**	122.47**	5,434.89**	12.06**	76.82**	97.25**	29.0 **	46.49**
b1	0.11**	0.02**	0.60**	0.04**	0.07*	−0.07**	−0.012*	−0.004
R2	0.71	0.38	0.63	0.57	0.19	0.41	0.26	0
Taikeng 6								
b0	90.56**	121.31**	5,505.56**	11.52**	100.82**	94.83**	27.94**	50.25**
b1	0.10**	0.02**	9.45**	0.03**	0.03	−0.05**	−0.01**	−0.02
R^2	0.57	0.60	0.64	0.47	0.01	0.34	0.43	0.13
Taichung Sen 10								
b0	105.72**	123.10**	6,339.08**	10.74**	115.43**	89.86**	27.09**	53.29**
b1	0.03*	0.02**	10.34**	0.02*	0.13*	0.001	0	−0.01
R^2	0.18	0.30	0.47	0.19	0.23	0	0	0.09
Tainung 67								
b0	102.57**	101.03**	6,455.02**	12.50**	105.53**	82.67**	26.60**	53.52**
b1	0.06**	0.02**	−4.66	0.02**	0.007	0.002	−0.005	−0.02
R^2	0.30	0.51	0.03[7]	0.37	0	0	0.035	0.06
Taikeng 2								
b0	107.10**	100.18**	6,046.25**	12.09**	99.65**	98.32**	29.02**	53.59**
b1	0.05*	0.03**	1.44	0.02**	−0.047	−0.11*	−0.01*	−0.03*
R^2	0.24	0.83	0.02[8]	0.44	0.02	0.21	0.20	0.19

(續表 5)

Estimate of regression	Plant height	Growth duration	Grain yield	Panicle number	Spikelets /panicle	Seed set	1000 weight	Harvest index
Taikeng 6								
b0	100.55**	100.63**	6,309.28**	11.95**	124.98**	92.74**	27.40**	55.42**
b1	0.06*	0.03**	−0.46	0.02²*	−0.14	−0.097	−0.013	−0.01*
R^2	0.26	0.67	0.00²	0.23	0.15	0.16	0.09	0.23
Taichung Sen 10								
b0	99.01**	101.48**	5,467.15**	12.02**	132.42**	78.38**	27.17**	48.35**
b1	0.01	0.02**	0.41	0.02	−0.18*	−0.05	−0.016	−0.02
R^2	0.01	0.61	0	0.11	0.18	0.01	0.10	0.04

*,** significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

[z] b0: intercept, b1: slope regression coefficient, R2: coefficient of determination.

四、病害發生程度

爲了確實瞭解氮肥用量對水稻生育之影響，調查不同用量氮肥處理區內各品種之病害發生程度，表 6 爲第一期所發生之病害種類、程度及倒伏指數。第一期作發生之病害有紋枯病及穗稻熱病，除臺中秈號於兩年試驗期間皆無發生穗稻熱病外，其他品種之病害程度隨施氮量增加而轉劇，當施氮量爲60kg/ha 時，各品種之紋枯病罹病指數約爲 1 左右，施氮量提昇至100kg/ha，除臺稉 2 號罹病指數提高爲2.7外，臺農67號及臺稉 6 號之指數皆爲 2 ，而臺中秈10號，則不受影響；當氮肥提高至140kg/ha 以上，所有參試品種之罹病指數皆爲2.2以上。當施氮量爲60kg/ha 時，臺農67號之穗稻熱病指數爲1.8，臺稉 2 號爲0.3，幾乎沒有感病，臺稉 6 號爲1.2，待施氮量達100kg/ha 時，臺農67號之罹病指數提高至2.8、臺稉 2 號1.5、臺稉 6 號2.2，施氮量增加至140kg/ha 時，臺農67號之罹病指數提高至3.7，而臺稉 2 號及 6 號之罹病指數與施氮量爲100kg/ha 時相若，待施氮量提高至180kg/ha，三稉稻品種之穗稻熱病皆轉劇。各品種之倒伏指數於用氮量60kg/ha 時皆爲 1 左右，待施氮量提高至100kg/ha 時，除臺農67號上升至2.7外，其他參試品種之指數無太大變化；待施氮量再增加至140 kg/ha，其他參試品種指數皆大幅提高，唯臺中秈10號指數依然沒有太大變化，直到施氮量提高至180kg/ha，所有品種之倒伏指數均大幅提高。

表 6. 第一期作參試品種於不同氮肥等級處理下病害及倒伏發生之程度

Table 6. Comparison with some disease infestation and lodging index of rice cultivars used under different nitrogen rates in the 1st rice crop season.

Variety	Nitrogen rates (kg/ha)	Sheath blight		Panicle blast		Lodging index	
		Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Tainung 67	60	1.2	0~3	1.8	1~3	1.0	1
	100	2.0	1~5	2.8	1~4	2.7	1~3
	140	3.7	3~5	3.7	1~5	5.0	3~7
	180	4.3	3~5	5.2	3~6	7.0	5~9
Taikeng 2	60	1.0	0~3	0.3	0~1	1.0	1
	100	2.7	1~5	1.5	0~3	1.0	1
	140	2.5	0~5	1.7	1~3	2.3	1~5
	180	2.7	1~5	2.5	1~3	3.0	3
Taikeng6	60	0.8	0~3	1.2	0~3	1.0	1
	100	2.0	1~3	2.2	1~3	1.3	1~3
	140	2.8	0~5	2.5	1~4	2.3	1~5
	180	4.7	3~7	3.5	3~5	5.0	1~9
Taichung Sen 10	60	0.8	0~3	0	0	1.0	1
	100	0.7	0~1	0	0	1.0	1
	140	2.2	0~5	0	0	1.0	1
	180	2.7	1~5	0	0	2.3	1~3

第二期作發生之病害有紋枯病、小粒菌核病及白葉枯病（如表 7）。於施氮量在60kg/ha、90kg/ha 時，參試品種紋枯病之罹病指數在 3 左右或以下，待施氮量增加至120kg/ha，除臺稉 6 號罹病指數沒有上昇外，臺農67號指數跳增至5.0，臺稉 2 號增至3.7，臺中秈10號增至4.3，但當施氮量提昇至150kg/ha 時，臺稉 6 號罹病指數也大幅跳昇至5.7，其他品種之罹病指數與120kg/ha 時之情狀大致相似。小粒菌核病發生的趨勢與紋枯病相若，於施氮量90kg/ha時，臺農67號及臺中秈10號罹病指數爲3.7，臺稉 2 號及臺稉 4 號爲2.3，待施氮量增加至120kg/ha 以上時，臺農67號及臺中秈10號之指數跳昇至5.0以上，臺稉 2 號及臺稉 6 號亦跳昇至3.0以上。白葉枯病是目前水稻病害中相當令人頭疼的一種，若不適時防治，即會大面積感染發生。由表可發現，除臺中秈10號各氮肥等級皆嚴重發生外，其他參試品種於施氮量超過90kg/ha 以上，罹病程度似乎沒有差異。參試品種各氮肥處理間倒伏指數產生之趨勢與第一期作之結果相若，當氮肥用量由90kg/ha 提昇至120kg/ha，指數即大幅跳昇，而且施氮量愈加重指數愈增加。

表 7. 第二期作參試品種於不同氮肥等級處理下病害及倒伏發生之程度

Table 7. Comparison with some disease infestation and lodging index of rice cultivars used under different nitrogen rates in the 2nd rice crop season.

Variety	Nitrogen rates (kg/ha)	Sheath blight		Stem rot		Bact. leaf blight		Lodging index	
		Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Tainung 67	60	3.0	3	5.0	3~7	5.7	5~7	3.7	3~5
	90	3.7	3~5	3.7	3~5	8.3	7~9	3.7	3~5
	120	5.0	3~7	5.0	3~5	7.7	7~9	7.7	5~9
	150	5.7	5~7	5.7	5~7	8.3	7~9	9.0	9
Taikeng 2	60	1.7	1~3	1.0	1	3.0	3	1.7	1~3
	90	2.3	1~3	2.3	1~3	6.3	5~7	1.7	1~3
	120	3.7	3~5	3.0	3	5.0	5	3.7	3~5
	150	3.0	3	3.7	3~5	7.0	7	7.0	5~9
Taikeng6	60	1.7	1~3	1.7	1~3	2.3	1~3	1.0	1
	90	3.0	3	2.3	1~3	5.0	5	2.0	1~3
	120	3.0	3	3.7	3~5	4.3	3~5	3.3	3~4
	150	5.7	5~7	5.0	3~7	6.3	5~7	7.0	3~9
Taichung Sen 10	60	3.0	3	5.0	3~7	9.0	9	1.0	1
	90	3.0	3	3.7	3~5	9.0	9	1.0	1
	120	4.3	3~5	5.7	5~7	9.0	9	1.7	1~3
	150	4.3	3~5	5.0	5	9.0	9	2.3	1~3

五、試驗區土壤反應

長期而多量的施用氮肥除對植物體之外表性狀具有明顯影響外，對於耕地之影響又是如何？實有了解之必要。表 8 是各處理區兩年四期作之有機質含量、有效磷、有效鉀及酸鹼值之結果。所測量之各特性於第一、二期之結果差異性很大，但土壤有機質、酸鹼值、有效磷及有效鉀之含量多寡與長期施用氮肥量間並沒有一定變化關係。就有機質含量而言，處理前土壤中含有量爲1.61%，待兩年四期作後土壤中之含量爲1.7%，增加幅度相當有限，而且第二期作之測量值均較第一期作高；處理前土壤酸鹼值爲6.08，屬於偏酸性土壤，至兩年四期作後土壤酸鹼值降爲4.9；土壤中處理前之有效磷含量約爲116kg/ha，待兩年四期作有效磷含量微升至120kg/ha；土壤中有效鉀含量處理前約爲115.7 kg/ha，待處理兩年四期作後有效鉀含量下降至100kg/ha。

表 8. 試驗田區土壤中有機質含量、酸鹼值、有效磷及有效鉀之變化

Table 8. Effects of different nitrogen rates on change in content of organic matter, pH, phosphate and potassium of experimental field plots.

Treatment	Planting time	Organic matter (%)	pH value	Phosphate (kg/ha)	Potassium (kg/ha)
	1992				
	2nd crop	1.61	6.08	116	115.7
N1					
	1993				
	1st crop	1.60	5.86	122	103
	2nd crop	1.80	4.83	130	158
	1994				
	1st crop	1.60	5.93	139	135
	2nd crop	1.80	4.73	116	101
N2					
	1993				
	1st crop	1.60	5.94	118	114
	2nd crop	1.67	5.07	139	147
	1994				
	1st crop	1.83	5.87	118	173
	2nd crop	1.70	4.77	122	104
N3					
	1993				
	1st crop	1.60	5.78	126	110
	2nd crop	1.83	5.57	147	168
	1994				
	1st crop	1.60	5.90	122	134
	2nd crop	1.70	4.83	120	92
N4					
	1993				
	1st crop	1.63	5.81	122	103
	2nd crop	1.83	4.77	120	133
	1994				
	1st crop	1.50	5.73	126	126
	2nd crop	1.70	4.90	120	91

N1：第一、二期作施氮量60kg/ha。
N2：第一期作施氮量100kg/ha，第二期作90kg/ha。
N3：第一期作施氮量140kg/ha，第二期作120kg/ha。
N4：第一期作施氮量180kg/ha，第二期作150kg/ha。

討　論

吳與林[4]依照品種有效分蘗、穗重、倒伏性等特性，將水稻品種耐氮肥性程度區分爲三種反應等級，強反應型之理論產量能依氮肥之增施而直線上升至某相當程度，重氮肥下植株仍保持直立而不倒伏，稔實率亦不受影響；弱反應型之理論產量依氮肥之增施而呈遞減，一般氮肥供給下，植株亦發生倒伏，而於重氮肥時稔實率低落；中反應型應介於兩者之間，適當氮肥可提高理論產量，惟重肥下產量不增加反降低，並有倒伏現象發生。本試驗資料顯示第一期作臺中秈10號之稻穀產量依氮肥之增施而直線上升至相當程度，而臺農67號、臺稉 2 號及臺稉 6 號在適當氮肥用量下具有增產效果，但於重氮肥處理下產量或不增加或反而降低，倒伏現象亦大幅提高。基此，可推論臺中秈10號於本省第一期

作應該屬於強反應型品種，而且具有強耐肥性。臺農67號、臺稉 2 號及臺稉 6 號應該屬於中反應型品種，即供給適當氮肥對稻穀產量很有幫助，但過多氮肥不但沒有幫助反而造成資源浪費及環境的污染。此發現亦同時提供一個訊息，即，於第一期作栽種臺中秈10號，其施肥管理方式應該與參試稉稻品種有別。

本研究中氮肥對稻穀產量之影響，因品種及栽種期作不同而異。雖然第一期作參試稉稻品種之產量於一定施氮量下隨氮肥用量增加遞增，而且對氮肥變級之反應呈二次曲線關係，而第二期作氮肥變級間則差異不顯著，但是兩個期作之稻穀產量於高氮處理下皆呈現增加有限或減少的趨勢。究竟何種因素導致此一結果？衆所皆知，稻穀產量是由穗數、千粒重、稔實率及一穗粒數等四要素所構成，故經由產量構成要素之調查，可提供吾人進一步了解氮肥經由何種產量構成要素影響而決定稻穀生產之豐欠。本試驗中第一期作穗數及一穗粒數隨氮肥用量增加遞增，臺農67號之稔實率及千粒重於施氮量180kg/ha 明顯較其他處理等級降低，臺稉 2 號之稔實率隨施氮量增加遞減，因此，第一期作施用過量氮肥對稔實率及／或千粒重有不良影響，而導致減產或增產有限，而且因品種不同所受影響之性狀亦有差異。雖然第二期作穗數、一穗粒數及稔實率在氮肥處理間差異不顯著，但千粒重隨施氮量遞增遞減，尤以施氮量150kg/ha 之千粒重明顯低於其他處理，所以影響第二期作稻穀產量之性狀主要爲千粒重。由此可知，增加氮肥之施用量雖可以增加水稻之穗數，但對稔實率及千粒重則有負面影響，對一穗粒數之影響因期作不同有差異。因此施以適當氮肥用量對稻穀生產確有顯著幫助，一旦超量使用則對稻穀生產未必有正面助益，而且品種不同受氮肥影響之程度亦有差異

就水稻生育過程觀之，在最高分蘗期前，其收量受單位面積穗數之支配，自最高分蘗期至抽穗前主要受一穗粒數的支配，抽穗後則受稔實率及千粒的支配[19]。本試驗資料顯示，株高及生育日數隨施氮量增加而增加，罹病的程度及倒伏指數亦隨施氮量增加而提高，尤其於第一期作施氮量達140kg/ha 及第二期作達120kg/ha 以上時，罹病與倒伏之程度更是大幅提昇（表 6 、 7 ），因此，若欲維持重氮處理下之稻穀產量，抽穗以後之生長與管理就需特別加以注意，而增加病害防治次數是唯一可行的方式，如此雖然稻穀產量得以維持，但所付出之代價爲造成農地污染的潛在威脅及生產成本增加。雖然依據臺灣省農業藥物毒物試驗所歷年來對大甲溪流域及不同地區地下水之調查結果顯示，目前所使用之農藥對環境的污染很小[2]，然而現今臺灣稻田生態所遭受的破壞，長期而濫用農藥卻是一個重要的因素。

每一個期作各處理區收割之稻草切除後回歸處理區，但各處理區之有機質含量各期作變化不明顯（表 8 ），而且氮肥用量處理間亦無太大差異，因此臺灣農田中有機質含量普遍偏低，似乎不是因長期施用化學肥料之結果，而是長期不注重涵養土地及有機質回歸所造成。再則，土壤中有機質含量第一期作皆較第二期作偏低，此與本省一、二期作之栽培氣候有密切關係，第一期作收穫測量時正值高溫，土壤中氧化還原作用旺盛有機質分解迅速，而第二期作收穫測量時溫度較低，土壤中氧化還原作用較緩慢，有機質分解不若第一期作迅速，因此於第一期作測得之有機質均略低於第二期作。

水稻適應於銨態氮的吸收利用，但其最適濃度相當低，洪[8]指出，在水耕栽培下，20ppm 之銨態氮即可對水稻稻穀生產產生影響；由於土壤中具有很多自動調整機構可緩衝配合，實際田間栽種之水稻忍受性可能更高，發生毒害的機會更小。然而多餘的氮以銨態氮或硝酸態氮的狀態存在農地，若遇到降雨或灌溉，銨態氮留在土壤中成爲交換性陽離子，一部分行硝化作用，一部分隨土粒沖刷流失，留存於沈澱物中[12]；硝酸態氨能通過土層隨水流動，進入地下水層中。其結果造成水庫中藻類大量繁殖、大型水生植物之生長、水中溶氧量降低、混濁度增加及產生味與臭，即所謂的優養化作用（Eutrophication），使得水庫水質嚴重劣化；而飲用水中含有高量硝酸氮，對人體及牲畜之健康都有關係。根據糧食局統計資料[23]，從民國60年到民國80年止，每年臺肥化學肥料銷售量都在80萬公噸以上，而在嘉南平原稻農之用氮量一、二期作皆高達200kg/ha，可見化學肥料在臺灣已濫用到不

得不正視的程度。本試驗資料顯示長期施用氮肥之土壤，其酸鹼值雖下降了1.2（表8），但各氮肥處理間無明顯差異，顯示土壤雖有酸化趨勢，但酸化的程度並不因氮肥施用量增加而加重。而土壤中之有效性磷略微上升，有效鉀則大幅減少，但氮肥處理間亦無一定差異趨勢，而且，期作間之調查數值變異幅度很大，顯示氣候環境對土壤中之磷與鉀的礦化及固定有很大之影響。

本研究之結果顯示稻穀產量第一期作施氮量140kg/ha 以上及第二期作90kg/ha 以上的處理間差異不明顯，雖然參試品種間之反應略有差異，然而若就病害及倒伏發生程度觀之，當第一期作氮肥用量由100kg/ha 增加至140kg/ha，第二期作由90kg/ha 增加至120kg/ha 時，病害及倒伏指數即大幅上升。雖然要精確估算水稻生長所需供應之氮肥量若很困難，一般必須仰賴作物栽培或肥力檢定以後，才能推薦其合理之施肥量，但若施用時期及方式不改變，參試之稉稻品種於中部地區氮肥施用量於第一期作不超過140kg/ha，第二期作下降至90kg/ha，則稻穀產量或許會略微減產，但因株高降低反而可減少倒伏發生之機率，加以病蟲害發生程度及頻率減少且成熟期提早等優點互補下，將有助於穩定產量、維持品質及降低經營之成本。

引用文獻

1. 朱耀沂、林水金、蔣時賢、吳文哲。1975。作物施肥條件與害蟲之發生。科學農業　17：469—480。
2. 李國欽。1991。中華民國農學團體八十年聯合會中心議題討論專集。45—46頁。
3. 宋　勳。1980。施肥法影響水稻碾米品質之研究。臺中區農業改良場研究彙報新　3：20—23。
4. 吳育郎、林富雄。1968。水稻品種特性與肥料反應。科學農業　16：251—254。
5. 林富雄、邱運全。1983。氮肥用量與栽培密度對水稻收穫指數之影響。237—239頁。稻作改良年報　71年版。
6. 林俊隆、林燦隆。1986。栽培密度、氮肥用量對水稻分蘗數與對面積指數之影響。中華農學會報　129：14—34。
7. 洪崑煌。1984。稻田中肥料流失量之觀測。17—23頁。臺灣省農業試驗所特刊第16號。
8. 洪崑煌。1978。一、二期作水稻氮肥吸收利用率與收量之關係。133—140頁。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。
9. 洪淑彬、朱耀沂。1992。肥料施用與作物害蟲防治之探討。121—128頁。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。
10. 侯福分。1988。對稻米品質之影響。242—247頁。稻米品質研討會專集。
11. 莫惠林。1993。我國稻米品質的改良。中國農業科學　26：8—14。
12. 許玉標、張尊國。1988。氮素一非點源污染質一在農業環境中之傳輸。臺灣農業　23：30—35。
13. 莊義雄、丁文彥。1991。氮肥用量與再生處理方式對再生稻產量與品質之影響。539—546頁。稻作改良年報　80年版。
14. 莊商路。1983。稉稻栽培。1—46頁。行政院農委會，臺灣省政府農林廳編印。
15. 陳其昌、簡錦忠、黃添福。1961。菌核性病害之研究第一報施肥、品種對於菌核性病害之關係。農業研究　10：40—46。
16. 郭介煒、林俊隆。1994。臺灣地區六十年來推廣的稉稻品種在低氮投入下的表現。中華農學會報新　165：7—18。
17. 曾東海、1985。氮肥、行株距與每樣苗數對水稻新品種系農藝性狀之影響。中華農業研究　34：410—421。
18. 楊卓應、曹一平、毛達如。1993。計量施肥的基本方法和發展動向。中國農業文摘　9：2—5。
19. 謝順景。1978。臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。49—60頁。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。
20. 謝順景。1994。臺灣農業環境與永續農業之發展。科學農業　42：222—234。
21. 簡錦忠、朱啓魯。1970。肥料對水稻主要病害發生之關係。農業研究　19：1—10。
22. 蘇昌吉、劉瑋婷。1985。施肥方法及揷植密度對水稻吉野1號倒伏性之關係。307—309頁。稻作改良年報　73年版。
23. 臺灣糧食生產情形及業務概況。1992。臺灣省政府糧食局。臺北。

24. De Dalta, S. K., I. R. P. Filling, and E. T. Craswell. 1983. Results from recent studies on nitrogen fertilizer in wetland rice. Outlook Agric. 12: 125—134.

25. IRRI. 1977. Factors that affect grain quality. Annual report for 1976. pp. 28—33. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

26. Matsuzaki A., Matsushima S., Tomita, T. 1973. Effects of a nitrogen top-dressing at full heading on kernel quality. pp. 54—62. In: analysis of the yield determining process and its application to yield predication and culture improvement in lowland rice.

27. Minami M., A. Dol. 1973. Physiochemical studies on the quality of Hokkaido rice. II. The relations between plant ability characters and protein contents of the rice grain. Bulletin of Hokkaido Prefectural Agricultural Exp. Stat. 26: 49—58.

28. Nagato K., Ebata M., Iahikawa M. 1972. Protein contents of developing and mature rice grain. Proceedings of the Crop Science of Japan 41: 472—479.

29. Youself S. A. M., Aishy S. M. El-, Keredy M. S. El-, Kreem M. 1980. Influence on rate and time of nitrogen application on grain quality of three rice cultivars. Agricultura, Belgium 28: 455—467.

The Relationship between Grain Productivity and Nitrogen-fertilizer Rate of Currently Cultivated Rice Cultivars

I. The Effects of Different Nitrogen Rates on Grain Yield and Yield Components in Rice[1]

Ming-Hsing Lai[2], Chen-Chang Chen[3], Yih-Chuan Kuo[4], Hsui-Ying Lu[4]
Chyr-Guan Chern[3], Charng-Pei Li[2] and Tung-Hai Tseng[3]

Summary

A total of four currently cultivated rice cultivars, Tainung 67, Taikeng 2 and 6, and Taichung Sen 10(TCS 10), were used in this study. The experiment was conducted at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research linstitute under four nitrogen rates(60, 100, 140, 180kg N/ha for the 1st rice crop season; 60, 90, 120, 150 kg N/ha for the 2nd rice crop season)in 1993 and 1994. The objectives of this study were to elucidate the relationship between grain productivity and nitrogen-fertilizer rate for those rice cultivars, emphasizing on the performance of grain yield, yield components and the changes in some nutrients of soil and infestation of diseases. in the 1st rice crop season, the positive response of grain yield to increased nitrogen rate was found only in TCS 10. Grain yield of the three japonica rice cultivars peaked at the introgen rate of 140kg/ha. Under 180kg N/ha condition, as well as the infestation of blast and sheath blight were observedin Tainung 67. The grain yield under 180kg N/ha condition was lower among treatments for Tainung 67. On the another hand, the grain yieid was not significantly increased as the nitrogen rate changed from 140 to 180kg N/ha for Taikeng 2 and 6. ln the 2nd rice crop season, the positive response of grain yield to nitrogen rates was not found in all the cultivars used. Panicle number per hill increased in response to high nitrogen rate, however, both seed set and 1,000 grain weight decresed in the four cultivars. lt is concluded that lodging and pest infestation were the two key factors in affecting grain yield with increasing rate of nitrogen. Soil analysis indicataed no significant changes in organic matter content and pH value due to nitrogen treatment. Considering lodging and infestation of diseases, grain yield and quality, practice cost and straw, yield, it is suggested that the recommended nitrogen rate was 140kg N/ha for the 1 st rice crop season and 90kg N/ha for the 2nd crop.

Key words : Rice, Grain yield, Nitrogen, Agronomic characteristics.

---

1. Contribution No. 1855 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taiwan, ROC.
3. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Respectively, Rice Breeder and Statistician, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.